

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平11-509687

(43)公表日 平成11年(1999) 8月24日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 31/02  
33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 31/02  
33/00

B  
N

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平9-506164  
(86) (22)出願日 平成8年(1996) 7月18日  
(85)翻訳文提出日 平成10年(1998) 1月23日  
(86)国際出願番号 PCT/DE 96/01316  
(87)国際公開番号 WO 97/04491  
(87)国際公開日 平成9年(1997) 2月6日  
(31)優先権主張番号 19527026. 6  
(32)優先日 1995年7月24日  
(33)優先権主張国 ドイツ (DE)  
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L  
U, MC, NL, PT, SE), JP, KR, US

(71)出願人 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト  
ドイツ連邦共和国 デー-80333 ミュン  
ヘン ウイツテルスパツヒアーブラツツ  
2  
(72)発明者 シュベート、ウエルナー  
ドイツ連邦共和国 デー-83607 ホルツ  
キルヒエン ブルクシュタラーシュトラー  
セ 10  
(74)代理人 弁理士 富村 潔

(54)【発明の名称】 光電子変換器及び製造方法

(57)【要約】

本発明による光電子変換器は放射を送信及び／又は受信する半導体デバイス (9) を含み、この半導体デバイス (9) はその放射出射面もしくは入射面 (10) が支持板 (1) に向くようにこの支持板 (1) 上に固定されている。支持板 (1) は放射を透過させる材料から構成されている。この支持板 (1) 上にはさらに放射集束手段、例えば集光レンズ (3) 又は回折光学素子が配置されている。この光電子変換器は特に反射損失が少なく、取付けが簡単である点で優れている。多数のこのような変換器はユニットとして作られ、引き続いて個別化することができる。

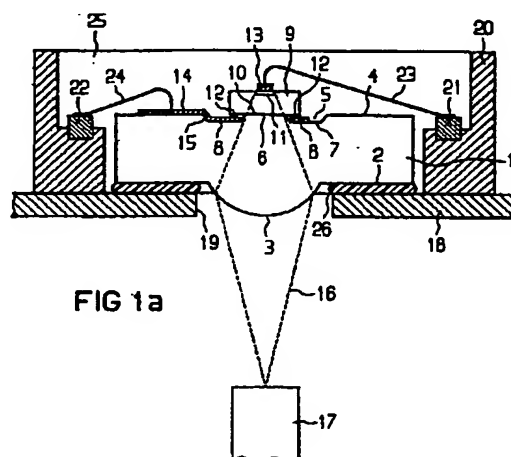


FIG 1a

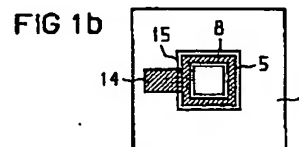


FIG 1b

(2)

## 【特許請求の範囲】

1. 放射を送信及び／又は受信する半導体デバイス（9）の放射出射面もしくは入射面（10）が支持板（1）に向くように半導体デバイス（9）が支持板（1）上に固定され、支持板（1）は送信及び／又は受信される放射を透過させ、半導体デバイス（9）によって送信もしくは受信される放射を集束させる放射集束手段（3、27）が設けられている光電子変換器において、放射集束手段（3、27）は支持板（1）と共に一体に形成されていることを特徴とする光電子変換器。
2. 放射を送信及び／又は受信する半導体デバイス（9）の放射出射面もしくは入射面（10）が支持板（1）に向くように半導体デバイス（9）が支持板（1）上に固定され、支持板（1）は送信及び／又は受信される放射を透過させ、半導体デバイス（9）によって送信もしくは受信される放射を集束させる放射集束手段（3、27）が設けられている光電子変換器において、半導体デバイス（9）は少なくとも1つの第1の接触金属膜（12）を備えた放射出射面もしくは入射面（10）を有し、支持板（1）は第2の接触金属膜（8）を有し、第1の接触金属膜（12）と第2の接触金属膜（8）とは導電的に互いに結合されていることを特徴とする光電子変換器。
3. 放射集束手段（3、27）は支持板（1）と共に一体に形成されていることを特徴とする請求項2記載の光電子変換器。
4. 放射集束手段（28）は独立して作られ、支持板（1）に取付けられていることを特徴とする請求項2記載の光電子変換器。
5. 放射集束手段は集光レンズ（3、28）であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1つに記載の光電子変換器。
6. 放射集束手段は回折光学素子（27）であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1つに記載の光電子変換器。
7. 放射集束手段（3、27、28）と半導体デバイス（9）とは支持板（1）の対向位置する面に配置されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1つに記載の光電子変換器。

(3)

8. 半導体デバイス（9）の放射出射面もしくは入射面（10）と支持板（1）との間には結合媒体（39）が配置されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1つに記載の光電子変換器。

9. 半導体デバイス（9）の放射出射面もしくは入射面（10）は支持板（1）上に着座していることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1つに記載の光電子変換器。

10. 支持板（1）上にアイランド（6）が形成され、このアイランド（6）の表面上に半導体デバイス（9）の放射出射面もしくは入射面（10）が着座していることを特徴とする請求項9に記載の光電子変換器。

11. a) 多数の放射集束手段（3、27）を基板ウエハ（30）上に規定の基本格子に従って形成する、  
b) 多数の半導体デバイス（9）を基板ウエハ（30）上に規定の基本格子に従って固定する、  
c) 基板ウエハ（30）を規定の基本格子に従って個別化する  
ステップを有することを特徴とする請求項1、3、5乃至10のいずれか1つに記載の光電子変換器の製造方法。

12. a) 多数の第2の接触金属膜（8）を基板ウエハ（30）上に規定の基本格子に従って設ける、  
b) 多数の半導体デバイス（9）の第1の接触金属膜（12）を第2の接触金属膜（8）上に固定する、  
c) 基板ウエハ（30）を規定の基本格子に従って個別化する  
ステップを有することを特徴とする請求項2乃至10のいずれか1つの記載の光電子変換器の製造方法。

(4)

## 【発明の詳細な説明】

## 光電子変換器及び製造方法

本発明は請求項1の前文に記載された光電子変換器に関する。

このような変換器は例えばヨーロッパ特許第4 1 2 1 8 4号明細書により知られており、図5に示されている。この図5に示された変換器は放射検出器装置であり、検出器デバイス（例えばホトダイオード）32と、共通支持体33と、絶縁体34と、固定部材35と、レンズ支持体36と、検出器デバイス32によって受信される放射を集束させるためのレンズ37とを含んでいる。検出器デバイス32はその下面で絶縁体34上に固定され、この絶縁体34は共通支持体33上に固定されている。固定部材35は絶縁体34と並んで共通支持体33上に配置されている。この固定部材35上には、レンズ支持体36が固定膜38によってレンズ37と共に、このレンズ37が検出器デバイス32の光線入射面の上方に位置するように固定されている。

この種の光電子変換器の個々の構成部品の取付けは非常に労力がかかる。この取付けは多数のステップを必要とし、レンズ37の調整は非常に困難である。その上、レンズ37と検出器デバイス32との間の空隙のために大きな反射損失が発生する。

本発明の課題は、簡単かつコスト的に有利なやり方で大量に製造することのできる冒頭で述べた種類の光電子変換器を形成することにある。

このような課題は請求項1又は請求項2に記載された光電子変換器によって解決される。

本発明による光電子変換器の構成は請求項3乃至10に記載されている。本発明による光電子変換器の優れた製造方法は請求項11及び12に記載されている。

本発明を図1a乃至図4を参照しながら実施例に基づいて説明する。

図1aは本発明による光電子変換器の第1の実施例の概略断面図である。

図1bは第1の実施例における支持板の概略平面図である。

図2は本発明による光電子変換器の第2の実施例の概略断面図である。

(5)

図 3 は本発明による光電子変換器の第 3 の実施例の概略断面図である。

図 4 は図 1 a 又は図 2 に示された実施例による光電子変換器の製造ステップを説明するための概略図である。

図 5 は光電子変換器の従来例を示す概略断面図である。

図 1 a に示された光電子変換器は支持板 1 上に構成されており、放射を送信及び／又は受信する半導体デバイス 9 と、球面又は非球面を持つレンズ 3 とを含んでいる。半導体デバイス 9 は例えば発光ダイオード、ホトダイオード又はバーティカルキャビティサーフェイスエミッタレーザ (Vertical Cavity Surface Emitter Laser=VCSEL) である。支持板 1 は例えばガラス、プラスチック、サファイヤ、ダイヤモンド、又は半導体デバイスによって送信もしくは受信される放射を透過させる半導体材料から構成されている。波長  $\lambda > 400 \text{ nm}$  用に例えば SiC、 $\lambda > 550 \text{ nm}$  用に GaP、 $\lambda > 900 \text{ nm}$  用に GaAs、 $\lambda > 1100 \text{ nm}$  用にシリコンを使用することができる。支持板 1 の下面 2 にはレンズ 3 が形成されている。支持板 1 は上面 4 に台形窪み 5 を有しており、この台形窪み 5 は支持板 1 の上面 4 を表した平面図 (図 1 b) に示されているように長方形又は正方形の枠の形状をしている。それゆえ、この枠の内部には長方形又は正方形のアイランド 6 が形成されている。

窪み 5 の底面 7 上には、アイランド 6 の周りに導電枠 8 を形成する導電膜が設けられている。導電枠 8 は例えばアルミニウム又はアルミニウムをベースとした合金から構成されている。半導体材料から成る支持板を使用する場合、窪み 5 内に適当なドーピングによって導電枠を形成することも考えられる。支持板のドーピングによって作成されるこの種の導電枠を製作するために、例えばイオン注入のように平均的な専門家に今日知られている方法を使用することができる。

半導体デバイス 9 はその上面に中央接触金属膜 13 を有し、その下面に 2 つの側方接触金属膜 12 を有している。この接触金属膜 12 は例えばろう付け及び／又は接着によって導電枠 8 に電気的かつ機械的に安定して結合され、そして半導体デバイスの放射出射面もしくは入射面 10 がアイランド 6 上に着座するように形成されている。

放射を送信する半導体デバイス 9 の放射出射面 10 は、半導体デバイス 9 の p

(6)

n 接合 11 で作成された電磁放射の大部分を半導体デバイスから出射させる面である。これと同様に、放射を受信する半導体デバイスの放射入射面は、受信する電磁放射を半導体デバイス内へ入射させる面である。

導電棒 8 は半導体デバイス 9 への電流供給手段としても利用されるので、外部との電氣的接続のために支持板 1 の上面に接続面（例えばボンディングパッド）14 が設けられている。この接続面 14 は導電性結合膜 15 を介して導電棒 8 に結合されている。接続面 14 及び結合膜 15 が導電棒 8 と同じ材料から構成されると有利である。

放射を送信する半導体デバイス（例えば LED）9 の場合、この半導体デバイス 9 の p n 接合 11 で作られた放射 16 は半導体デバイス 9 の半導体基体から出射し支持板 1 を透過した後レンズ 3 で集束させられる。これによって、半導体デバイス 9 内に作成された放射の大部分は例えば光ファイバー 17 内へ入射し得ることが保証される。

支持板 1 の厚みはレンズ 3 のレンズパラメータ（例えば焦点距離）及び光ファイバー上へのビームスポットの所望の結像（拡大又は縮小）に依存する。同じことは放射を受信する半導体デバイス 9 内へ光ファイバー 17 から放射を出射させる場合にも当てはまる。

図 1 a に示された実施例の重要な利点は、とりわけ、支持板 1 と半導体デバイス 9 の放射出射面もしくは入射面 10 とが直接隣接（物理的接触；半導体基体－支持板間の間隔  $\leq \lambda / 10$  を意味する）するために、反射損失が図 5 に示された公知の変換器の場合より極めて僅かしか発生しない点にある。即ち、空気と半導体材料との屈折率が大きく異なるので、公知の変換器においては空気から半導体材料内へ放射を移行させるために全反射の臨界角が比較的小さく、従って全反射による放射損失が非常に大きい。

結合光学素子を備えた図 1 a に示された光電子変換器は、例えば、開口部 19 を備えた基板 18 と、容器側壁 20 と、外部電気端子 21、22 と、接続線 23、24 と、変換器をハーメチックシールするためのプラスチック被覆体 25 とを有する容器内に組込まれている。プラスチック被覆体 25 の代わりに、容器をハーメチックシールするために容器壁 20 に貼着されるか又はろう付けされた容器

(7)

蓋

を使用することもできる。光電子変換器は例えば接着剤及び／又はろうから成る固定及び密閉層 26 によって基板 18 上に、レンズ 3 が開口部 19 上又は開口部 19 内に位置するように固定される。接触金属膜 13 及び接続面 14 は接続線 23、24 によって外部電気端子 21、22 に接続されている。この外部電気端子 21、22 は側壁 20 を通って外部へ導かれている。

結合光学素子を備えた本発明による光電子変換器の図 2 に示された第 2 の実施例は原理が図 1 a に示された第 1 の実施例と同じである。球面又は非球面を持つレンズ 3 の代わりに、この第 2 の実施例においては支持板 1 は放射を集束させるために回折光学素子 27 を有している。この回折光学素子 27 は以下においては短く DOE と称する。さらに、支持板 1 は第 1 の実施例とは異なって平坦上面 4 を有し、この平坦上面 4 上に導電棒 8 が設けられている。この導電棒 8 には 1 つの側面に電気接続面 14 が接している。導電棒 8 上には、半導体デバイス 9、例えば発光ダイオード、ホトダイオード又はパーティカルキャビティサーフェイスエミッタレーザ (VCSEL) が、放射出射面もしくは入射面と導電棒 8 によって囲まれた面とが上下に配置されかつ半導体デバイス 9 の接触金属膜 12 が導電棒 8 上に着座するように固定されている。接触金属膜 12 は例えばろう及び／又は接着剤によって金属膜 8 に電氣的及び機械的に安定して結合されている。

図 2 に示された実施例では、半導体デバイス 9 と支持板 1 との間に空隙が形成されている。この空隙は、既に上記において述べたように、空気の屈折率と支持板材料の屈折率とが大きく異なる場合、全反射による相当な放射損失を生ぜしめる。従って、必要な場合には半導体デバイス 9 又は図 1 a に示されているように支持板 1 の上面は、半導体デバイス 9 の放射出射面もしくは入射面 10 が支持板 1 上に着座するように形成されなければならない。しかしながら、その代わりに、適切な結合媒体 39、例えば透明な注型樹脂（例えばエポキシ樹脂）を半導体デバイス 9 と支持板 1 との間に設けることもできる。

本発明による光電子変換器の図 3 に示された第 3 の実施例は、上述の 2 つの実施例とは、放射集束手段が支持板 1 内に形成されているのではなく、予め製作さ

(8)

れた球面又は非球面レンズ28が支持板1に固定されている点で本質的に異なっている。予め製作されたレンズ28の代わりに、第4の実施例として予め製作さ

れた回折光学素子を支持板1の下面2に固定するようにしてもよい。

球面又は非球面レンズ28もしくはDOEの代わりに、ホログラフィック光学素子又はフレネルレンズを使用することも考えられる。さらに、放射集束手段及び半導体デバイス9を支持板の同一側に配置することも考えられる。

図1aに示された光電子変換器を多数同時に製造するために、図4に示されているように、先ず、基板ウエハ30の下面29に予め与えられた基本格子に従って多数の球面又は非球面レンズ3が作られる。基板ウエハ30は例えばガラス又はシリコンからなり、レンズ3は例えばエッチング及び／又は研削によって作られる。引き続いて、基板ウエハ30の上面31に予め与えられた基本格子に従って例えばエッチング及び／又は研削によって多数の窪み5が形成される。次のステップで、予め与えられた基本格子に従って例えば蒸着又はスパッタによって同時に多数の導電棒8、多数の結合膜15及び多数の接続面14が窪み5内もしくは基板ウエハ30の上面31上に設けられる。これに続いて、予め与えられた基本格子に従って放射を送信及び／又は受信する多数の半導体デバイスが固定される。これは例えば導電棒8上へ接触金属膜12をろう付け及び／又は接着することによって行われる。次のステップで、半導体ウエハが例えば切断、又は割れ目の形成及び折曲げによって個々の光電子変換器に個別化される。

基板ウエハを小さいチップに個別化する技術は半導体技術においてはずっと前から知られており、基板ウエハ30、多数の半導体デバイス9及びレンズ3から成る複合体を個別化する際に同様に適用することができる。この場合、個別化する前に複合体を弾性接着シート上に固定することが通常行われる。このシートはその後全ての後続プロセスにおいて担持体として使われる。

第2の実施例による光電子変換器を多数製造する製造方法は本質的に上述の方法と同じステップを有する。レンズ3の代わりに多数の回折光学素子27が基板30の下面29に形成されるだけである。

第3及び第4の実施例による光電子変換器を多数製造する製造方法は、上述の



(9)

方法とは、先ず基板ウエハ30の上面31に予め与えられた基本格子に従って多数の導電棒8及び接続面14が設けられる点で相違している。引き続いて、基板ウエハ30の下面29には、予め与えられた基本格子に従って多数の予め作られたレンズ28又は回折光学素子が例えばろう付け及び／又は接着によって設けられる。

第1の基板ウエハ30上に予め与えられた基本格子に従って多数の導電棒8及び接続面14を設け、第2の基板ウエハ上に多数の球面レンズ3、28又は多数の回折光学素子27を形成するか又は設けるような方法も考えられる。両基板ウエハはそれらの平坦面が重なるように引き続いてろう付け及び／又は接着によって互いに結合される。その他のステップは上述の方法と同じである。

予め作られたレンズ28又は予め作られたDOEもしくは第2の基板ウエハがガラスから構成され、基板ウエハ30もしくは第1の基板ウエハがシリコンから構成されるか、又はその逆に構成されている場合、これらの両構成要素は例えば陽極ボンディングによっても互いに結合することができる。この公知の技術の場合、結合するべき面は重ねられ、例えば450℃に加熱され、約-1000Vの電圧がガラスに印加される。

上述した第3及び第4の実施例に関して、予め作られたレンズ28もしくは予め作られたDOEが基板ウエハ30の材料と似た熱膨張係数を有する材料から構成されると有利である。これによって製造時及び光電子変換器の駆動時に機械的応力が発生するのを少なくすることができる。

(10)

【図1】

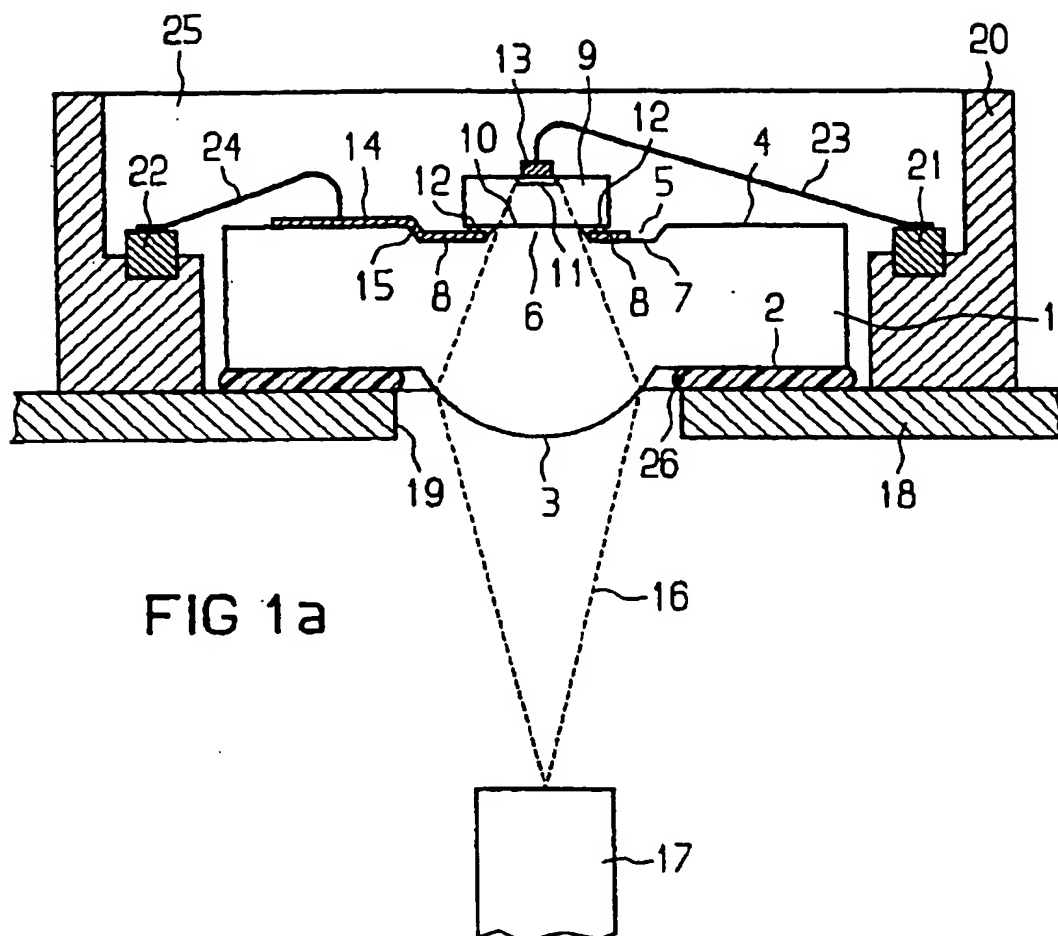
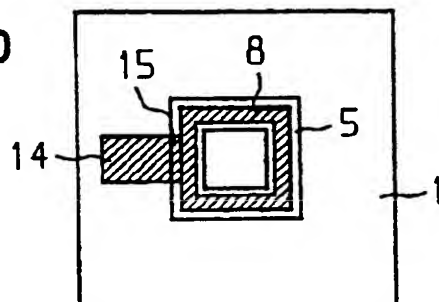
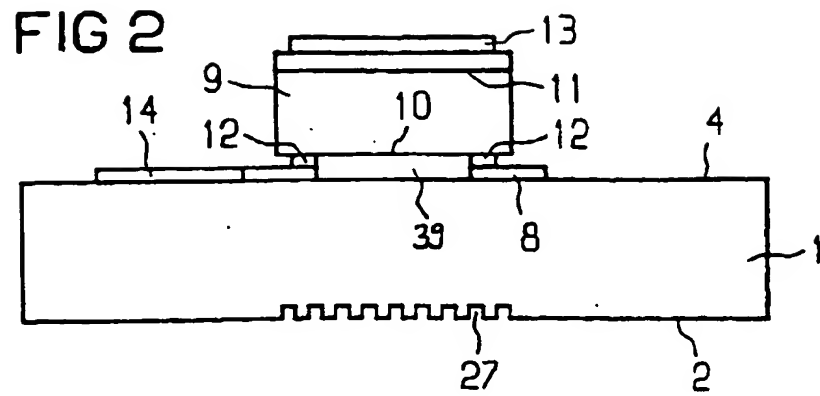


FIG 1b

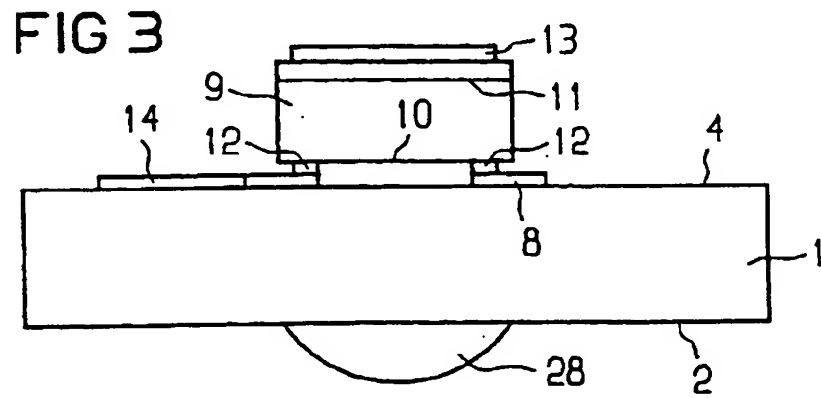


(11)

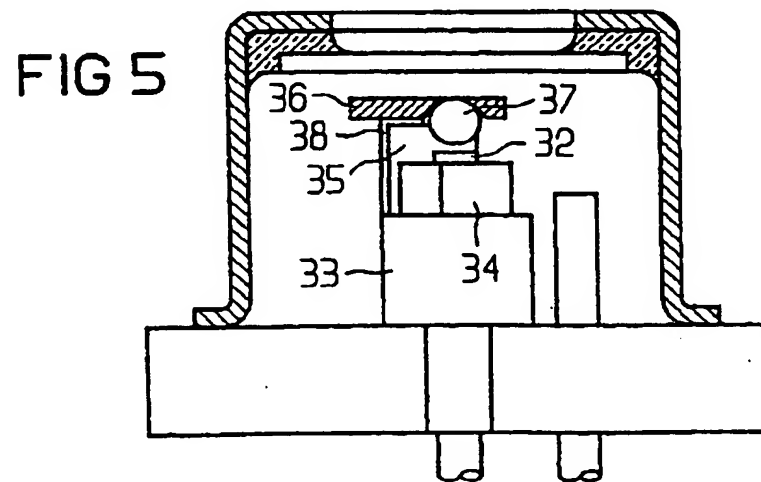
【図 2】



【図 3】



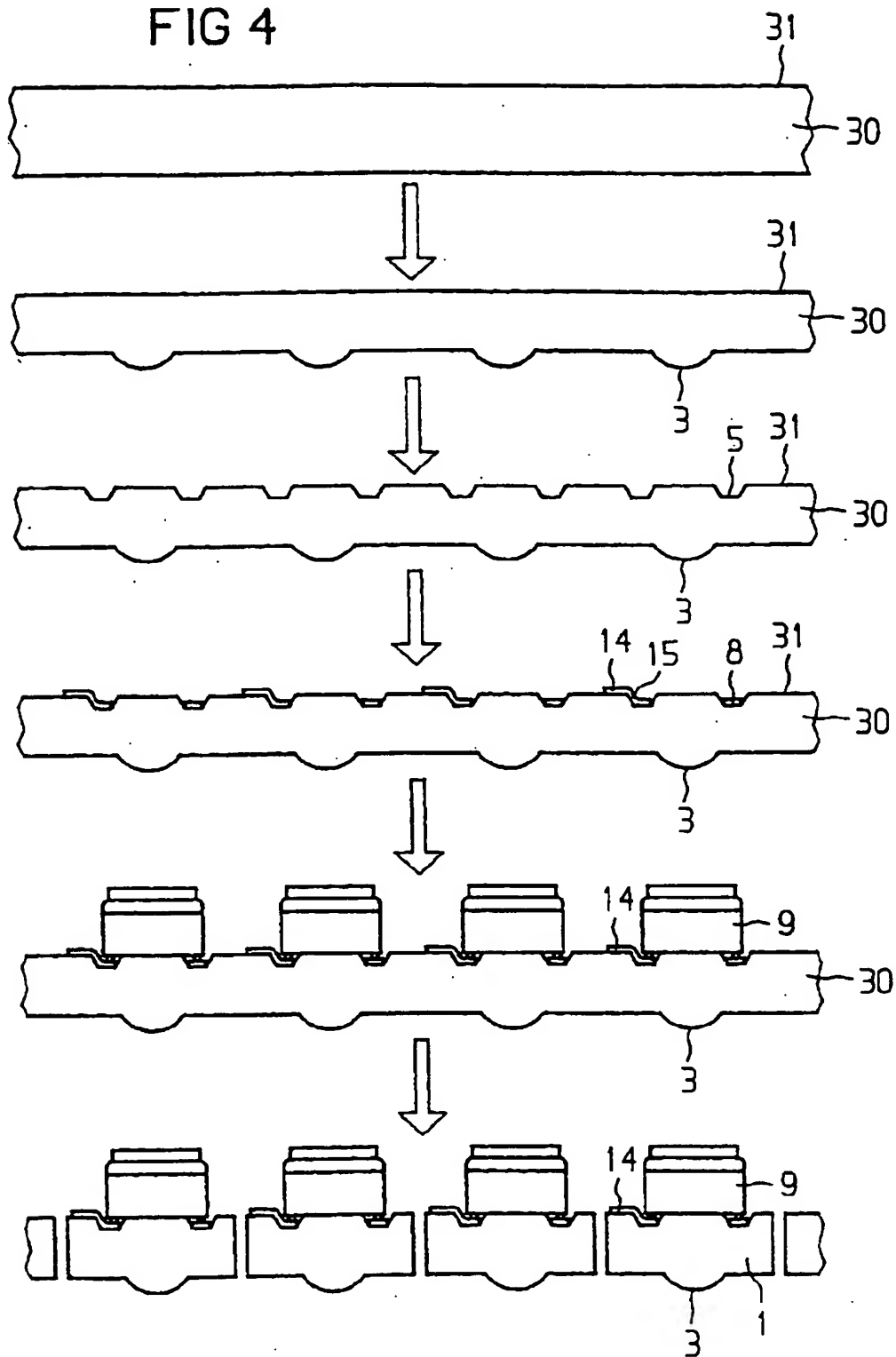
【図 5】



(12)

【図4】

FIG 4



【國際調查報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		<b>International Application No.</b> <b>PCT/DE 96/01316</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>IPC 6 H01L31/0232 H01L33/00</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <b>IPC 6 H01L</b>		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 92 10856 A (EASTMAN KODAK CO) 25 June 1992 see abstract; figure 1	1-3,5,7, 8,10
A	---	11,12
A	JEE JOURNAL OF ELECTRONIC ENGINEERING, vol. 26, no. 270, 26 May 1989, TOKYO JP, pages 52-54, XP000036208 YASUDA: "Infrared high-power light-emitting diodes expected to evolve to new applications" see figure 1	1,2
A	---	1
A	EP 0 514 283 A (FUJITSU LTD) 19 November 1992 see figure 9	1
	---	-/--
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.         </div> </div>		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search  <b>20 November 1996</b>	Date of mailing of the international search report  <b>10.12.96</b>	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5811 Patentlaan 2 NL - 1280 HV Rijswijk Td. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <b>Lina, F</b>	

(14)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 96/01316

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 412 184 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 13 February 1991 cited in the application see the whole document -----	1

(15)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 96/01316

Patent documents cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9210856	25-06-92	US-A- 5149958	22-09-92
		EP-A- 0561964	29-09-93
		JP-T- 6503683	21-04-94
		US-E- RE35069	24-10-95
		US-A- 5216805	08-06-93
-----			
EP-A-0514283	19-11-92	JP-A- 5055703	05-03-93
		DE-D- 69201908	11-05-95
		DE-T- 69201908	03-08-95
		US-A- 5309468	03-05-94
-----			
EP-A-412184	13-02-91	DE-D- 58909311	27-07-95
		JP-A- 3072307	27-03-91
		US-A- 5255333	19-10-93
-----			